

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 06-118969  
(43) Date of publication of application : 28.04.1994

(51) Int.CI.

G10K 11/16  
B60R 11/02  
F01N 1/00

(21) Application number : 04-262482

(71) Applicant : ISUZU MOTORS LTD

(22) Date of filing : 30.09.1992

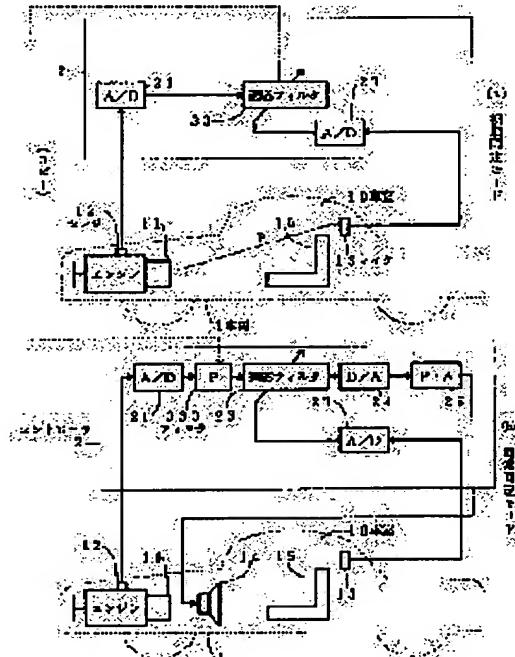
(72) Inventor : IDONUMA HIDEYUKI  
NAKAMURA MASAHIRO

## (54) REDUCING DEVICE FOR IN-CABIN NOISE

### (57) Abstract:

**PURPOSE:** To adaptively reduce the in-cabin noise in consideration of total power plant characteristics from an engine to a microphone by identifying the inverse transmission characteristics of transmission characteristics in normal mode and controlling the output of the speaker so that the input to the microphone becomes minimum.

**CONSTITUTION:** An adaptive filter 33 has its filter tap coefficient converged by sweeping the engine 11 slowly from its idle state to its permissible maximum- speed rotation or reducing or increasing the speed in an actual travel, and the coefficient is copied as the power plant transmission characteristics to the filter. A controller 2 including a filter like this identifies the actual transmission characteristics of a power plant. The controller 2 in which the power plant transmission characteristics are incorporated identifies the inverse transmission characteristics of the power plant transmission characteristics by a reference signal synchronized with the rotation or vibration of the engine 11 and adaptively control the output of the speaker 14 so that the input to the microphone 13 becomes minimum.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

(51)Int.Cl.<sup>\*</sup>G 1 0 K 11/16  
B 6 0 R 11/02  
F 0 1 N 1/00

識別記号

H 7406-5H  
B 7812-3D  
A

F I

技術表示箇所

## 審査請求 未請求 請求項の数1(全 9 頁)

(21)出願番号

特願平4-262482

(22)出願日

平成4年(1992)9月30日

(71)出願人 000000170

いすゞ自動車株式会社

東京都品川区南大井6丁目26番1号

(72)発明者 井戸沼 秀之

神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社いすゞ中央研究所内

(72)発明者 中村 政弘

神奈川県藤沢市土棚8番地 株式会社いすゞ中央研究所内

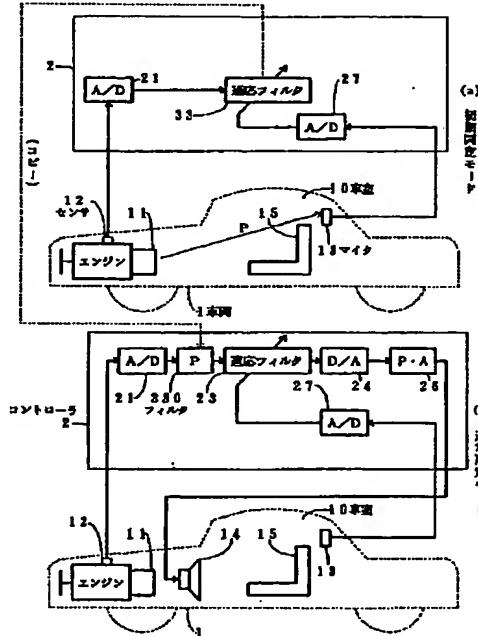
(74)代理人 弁理士 茂泉 修司

## (54)【発明の名称】 車室内騒音の低減装置

## (57)【要約】

【目的】 自動車等の車室内の低周波の騒音をアクティブに低減する装置に用いる車室内騒音の低減装置に関し、エンジンからマイクまでの一括したパワープラント特性を考慮して、適応的な車室内騒音の低減を実現する。

【構成】 初期同定モードで予め測定されたエンジン-マイク間のパワープラント伝達特性を用いてエンジンの回転又は振動に同期した基準信号により該伝達特性の逆伝達特性を通常モードで同定し該マイクの入力が最小になるようにスピーカの出力を制御する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 エンジンの回転又は振動に同期した基準信号を検出する手段と、車室内に設けたスピーカと、車室内騒音を検出するマイクと、初期同定モードで予め測定されたエンジン-マイク間のパワープラント伝達特性を用いて該基準信号により該伝達特性の逆伝達特性を通常モードで同定し該マイクの入力が最小になるように該スピーカの出力を制御する適応型コントローラと、を備えたことを特徴とする車室内騒音の低減装置。

## 【発明の詳細な説明】

### 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は車室内騒音の低減装置に関し、特に自動車等の車室内的低周波の騒音をアクティブに低減(Active Noise Control)する装置に用いる車室内騒音の低減装置に関するものである。

### 【0002】

【従来の技術】自動車等の車室内的騒音は、広閉空間を形成する車室が一定の条件下共振現象を起こすことに因るものであり、その原因たる起振力は騒音源であるエンジンの爆発による回転次数成分等によるものと考えられており、このような車室内騒音を適応的に低減しようとする試みが最近なされており、その一例が図3に示されている。

【0003】図において、1は自動車等の車両、10は車両1内の車室、11はエンジン、12はエンジン11の回転に同期した基準信号を検出する手段としてのエンジン振動センサ又はエンジン回転数センサ、13は車室10内の騒音レベルを検出するマイク、14は騒音を減少させる音を発生するスピーカ、そして、15は車室10内のシートである。

【0004】また、2は、車両1内に設置されセンサ1及びマイク13の出力によりエンジンの回転又は振動で励起される車体の振動系を含む車室内空間伝達系の伝達特性の逆伝達特性を同定するコントローラで、センサ12のアナログ出力をデジタル出力に変換するA/D変換器21と、このA/D変換器21のデジタル出力信号に対して予め測定したスピーカー-マイク間の空間伝達特性GDを与えるフィルタ22と、このフィルタ22の出力信号を基準信号として入力する適応フィルタ23と、適応フィルタ23の出力信号をアナログ信号に変換するD/A変換器24と、このアナログ信号をオン/オフするスイッチ25と、このスイッチ25の出力信号を増幅してスピーカ14に与える電力増幅器26と、マイク13のアナログ出力をデジタル信号に変換して適応フィルタ22に制御信号として与えるA/D変換器27と、ホワイトノイズ源31と、このホワイトノイズ源27からのホワイトノイズをオン/オフするスイッチ32と、スイッチ32からのデジタル信号をアナログ信号に変換して電力増幅器26を介してスピーカ14に与えるD/A変換器34と、キースイッチ16のオン/オフ

に基づいてスイッチ25、32を制御するタイマ35とで構成されている。

【0005】このような図3の構成の動作においては、図4の初期同定モードと図5の通常同定モードとに分けることができ、キースイッチ16がオンになるとタイマ35が一定期間だけスイッチ32をオンにすると共にスイッチ25をオフにして図4の初期同定モードに入り、この一定期間が経過した後は最新の適応フィルタ33のタップ係数をフィルタ22に空間伝達関数GDとして複写すると共にタイマ35が今度はスイッチ32をオフにし且つスイッチ25をオンにすることにより図5の通常同定モードに移行する。

【0006】まず図4の初期同定モードについて説明すると、車両環境で気圧・気温・湿度等が異なっており、それぞれのスピーカー-マイク間の伝達遅れを考慮しないと制御不能もしくは動作が不安定となり収束時間が遅れ残響音の低減効果が悪くなってしまうので、スピーカー-マイク間の空間伝達特性(音響特性)GDを求めるため、図4に示したシステムでは、エンジン11からの同期回転成分又は振動成分を用いず、その代わりにコントローラ2中に設けたホワイトノイズ(乱数列)源31から発生されるデジタル信号のホワイトノイズをD/A変換器34と増幅器26とによりアナログ信号に変換してスピーカ14から出力し、このホワイトノイズ信号を車室10を経由してマイク13で拾い、A/D変換器25でデジタル信号に変換してホワイトノイズを受けている適応フィルタ33を制御する。

【0007】図6には、上記の適応フィルタ33の構成例が示されており、この場合の適応アルゴリズムとしては周知の最急降下法や、学習同定法や、LMS法等が挙げられるが、LMS法を用いると次のようになる。

【0008】即ち、 $Z^{-1}$ は入力信号 $X(n)$ を各サンプル毎に遅延させるための遅延素子を示し、 $h(0) \sim h(n-1)$ は各遅延素子 $Z^{-1}$ の出力信号に対して乗算するためのフィルタ(タップ)係数であり、各フィルタ係数はLMSアルゴリズム、即ち、

$$h(n+1) = h(n) + 2\mu e(n) X(n)$$

に従ってサンプル毎に更新される。但し、 $n=0 \cdots i$ 、 $\mu$ は上述したステップサイズであり、この場合のステップサイズ $\mu$ を選択することにより、フィルタ係数を各サンプルの入力信号 $X(n)$ に掛け且つ加算するという疊み込み演算を行うことによりスピーカ14への出力信号 $y(n)$ が求められる。

【0009】そして、このスピーカ出力 $y(n)$ を、車室10を経由してマイク13に伝達することによりマイク13からは車室10によって減衰された成分 $Y(n)$ だけ減少した誤差成分 $e(n) = Y(n) - y(n)$ が発生され、これをLMSアルゴリズムによりマイク出力 $e(n)$ を最小値に収束させるようにフィルタ係数をサンプル毎に更新すれば、車室内空間伝達系の特性GDを同定すること

ができる。

【0010】このようにして車室内空間伝達系の特性G Dを実際に測定して得たので、上記の初期同定モードに引き続いて実行される図5に示す通常同定モードの適応制御では、スピーカ14からマイク13までの空間伝達特性G Dとエンジンマウントからスピーカ14までの伝達系の伝達特性G Cとから成るエンジンマウントからマイク13までの伝達特性G Pは $G_P = G_D + G_C$ となり、従ってタイマ35で設定された一定時間が経過した後は残りの伝達特性G Cのみを図6における適応フィルタ23で同定することになる。

【0011】尚、この図5の適応制御の場合には、入力信号は振動センサ12からのエンジン振動成分X(n)となり、成分Y(n)は座席における乗員の耳元騒音に対応することとなる。

【0012】このようにして、予め測定したスピーカー-マイク間の空間伝達特性G Dのフィルタ22は適応フィルタ33で求めたフィルタ係数 $h_1 \cdots h_n$ が与えられることにより図7に示すようなフィルタ構成となり、これをROM化して適応フィルタ23の前に挿入することにより、スピーカー-マイク間の伝達遅れを考慮した形で最初から適応制御を施すことができ、エンジン回転数変化に伴う周波数変化に追従し、エンジン振動から車室内騒音となる振動伝達系の特性変化に追従し、更には乗員の人数によって変化する伝達特性に追従することとなり、収束度が向上し、残留騒音の低減効果も向上する。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】上記のように従来例では、車室内におけるスピーカー-マイク間の空間伝達特性を初期同定してから通常の同定動作に移行するが、この通常の同定モードでの基準信号は例えば4気筒車両の場合、エンジン振動の主成分である爆発1次、即ちエンジン回転2次成分の周期成分を点火装置の点火信号、クランク角センサからコントローラへ与えるか、或いはエンジンマウント等のボディー入力点のエンジン振動を検出してコントローラへ与えていた。

【0014】一方、燃焼起振力と回転運動起振力は、図8に示すように、シリンダボディ41→エンジンマウント42→車体ボディ43→車室10という順序でパワープラント内を伝達されるが、上記の従来例では最後の車室10のみの伝達特性を同定しているに過ぎず、幾つものピーク特性やディップ特性を有する複雑な音響特性を示すエンジンマウントからボディを経て車室に至るまでの振動伝達特性が考慮されていなかった。

【0015】このため、ピーク特性やディップ特性に伴う変動分はコントローラからの制御信号がスピーカから出力されて制御音となり、発生した車室内騒音との干渉結果がエラー信号として検出されて制御結果を収束させる動作を繰り返すこととなり、特に加速時のような制御対象が急激な変化を伴う場合には、最適値への収束に時

間がかかつてしまい消音効果が著しく低下するという問題点があった。

【0016】また、上記のようにピーク特性やディップ特性を有する車室以前の伝達系でこの特性をフィードフォワード制御において考慮しない場合にはフィードバック補正することになり、急激な位相変化と応答の変化により制御系が不安定になり易いという問題もあった。

【0017】従って本発明は、図8に示すように、エンジンからマイクまでの一括したパワープラント特性Pを考慮して、適応的な車室内騒音の低減を実現する装置を提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明に係る車室内騒音の低減装置は、エンジンの回転又は振動に同期した基準信号を検出する手段と、車室内に設けたスピーカと、車室内騒音を検出するマイクと、初期同定モードで予め測定されたエンジン-マイク間のパワープラント伝達特性を用いて該基準信号により該伝達特性の逆伝達特性を通常モードで同定し該マイクの入力が最小になるように該スピーカの出力を制御する適応型コントローラと、を備えている。

【0019】

【作用】本発明においては、まず初期同定モードでエンジン-マイク間のパワープラント伝達特性を求める。

【0020】そして、このパワープラント伝達特性を通常同定モードに組み込んだコントローラは、検出されたエンジンの回転又は振動に同期した基準信号により上記のパワープラント伝達特性の逆伝達特性を同定してマイクの入力が最小になるようにスピーカの出力を適応的に制御する。

【0021】このようにして、本発明では、車室の空間伝達特性だけでなく、車室内騒音の原因となるパワープラント全体の伝達特性を予め用意して通常同定モードを実行するので、フィードバック成分の制御量を小さくすることができ、最適値に急速に収束させることができる。

【0022】

【実施例】図1は本発明に係る車室内騒音の低減装置の初期同定モードにおけるパワープラント伝達特性を同定する実施例を示したもので、この初期同定モードは同図(a)に示されており、同図(b)は通常同定モードを示している。

【0023】この実施例では、図4に示した従来例の初期同定モードにおけるホワイトノイズ源31からのホワイトノイズを用いてスピーカー-マイク間の車室内空間伝達特性を求める代わりに、エンジンの回転又は振動に同期した信号成分そのものを耳元観測音としてマイク13で拾うと共に、エンジン回転同期信号成分をエンジン11に設けたエンジン回転数センサ12から得る。

【0024】そして、エンジン回転数センサ12並びに

マイク 1 3 からの各エンジン回転同期信号成分をそれぞれ A/D 変換器 2 1 及び 2 7 でデジタルデータに変換した上で適応フィルタ 3 3 に与えるようにしている。

【0025】従って、スピーカ 1 4 から制御音としてのホワイトノイズを出力する必要が無いので、図 4 に示した D/A 変換器 3 4 とパワーアンプ 2 6 とスピーカ 1 4 とが除かれている。

【0026】この適応フィルタ 3 3 では、エンジン 1 1 をアイドル状態から許容最高回転までゆっくりとスイープさせて行くことにより、或いは実走行で加速・減速することにより、そのフィルタ・タップ係数を収束させることができ、これをパワープラント伝達特性 P として図 1 (b) に示すフィルタ 3 3 0 にコピーすることとなる。

【0027】このようにしてタップ係数が記憶されたフィルタ 3 3 0 を含んだコントローラ 2 は、同図 (b) に示す通常同定モードにより、図 8 に示したパワープラントの実際の伝達特性を同定することとなる。

【0028】図 2 は本発明に係る車室内騒音の低減装置の初期同定モードにおけるパワープラント伝達特性を同定する別の実施例を示したもので、この場合も、この初期同定モードが同図 (a) に示されており、同図 (b) は通常同定モードを示している。

【0029】但し、この実施例では、今度はエンジン 1 1 を実際に燃焼させるのではなく、外部から振動を与えて、パワープラントの伝達特性を同定しようとするものである。

【0030】このため、信号源 3 1 としてはホワイトノイズ、正弦スイープ信号、インパルス信号等を用意し、D/A 変換器 3 4 及びパワーアンプ 2 6 を介して振動発生器（シェーカー）3 に与えるようにしている。

【0031】この振動発生器 3 では、実走行時の制御対象としてのエンジンの回転同期信号成分の音圧レベルを予め実験により測定しておき、この音圧レベルに調整して出力する。

【0032】振動発生器 3 からの出力信号はエンジン 1 1 と車体ボディとの間のエンジンマウント 4 に与えられる。このエンジンマウント 4 は通常のエンジンマウント数箇所の内、入力感度の高い部位を予め実験的に求めておき、その部位を加振点として振動発生器 3 の出力信号を与えることが好ましい。

【0033】このようにして振動するエンジン 1 1 からの振動騒音がそのままマイク 1 3 で拾われ、A/D 変換器 2 7 でデジタルデータに変換した上で適応フィルタ 3 3 に与えるようにしている。

【0034】従って、スピーカ 1 4 から制御音としてのホワイトノイズを出力する必要が無いので、図 4 に示したスピーカ 1 4 が除かれている。

【0035】適応フィルタ 3 3 では、信号源 3 1 からの信号とパワープラントからの騒音成分とが与えられるので、そのフィルタ・タップ係数を収束させることができ、これをパワープラント伝達特性 P として図 2 (b) に示すフィルタ 3 3 0 にコピーすることとなる。

【0036】このようにしてタップ係数が記憶されたフィルタ 3 3 0 を含んだコントローラ 2 は、同図 (b) に示す通常同定モードにより、図 8 に示したパワープラントの実際の伝達特性を同定することとなる。

### 【0037】

【発明の効果】以上説明したように本発明に係る車室内騒音の低減装置によれば、初期同定モードで予め測定されたエンジン-マイク間のパワープラント伝達特性を用いてエンジンの回転又は振動に同期した基準信号により該伝達特性の逆伝達特性を通常モードで同定し該マイクの入力が最小になるようにスピーカの出力を制御するように構成したので、以下のような効果がある。

【0038】(1) コントローラへの入力情報（騒音現象の原因）と車室内騒音の S/N 成分が向上し、コヒーレンスが向上するので、フィードフォワード制御成分の精度向上により収束速度の向上及び制御精度の向上が期待できる。

(2) パワープラントの特性の急激な変化（ピーク及びディップ）をフィードフォワード制御成分で考慮しているため、制御の安定性が高い。

(3) エンジン回転 2 次成分やクランク角センサ等の 2 次成分を基準信号とする従来例と比べて、制御対象のあらゆる周波数成分（次数成分、その他の成分）の制御を行うことができ、振動センサからの信号を基準信号とする種類の制御法に適していると共に、エンジン振動が起因する全ての車室内騒音を一層効果的に低減することができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に係る車室内騒音の低減装置の同定システムの実施例を示したブロック図である。

【図 2】本発明に係る車室内騒音の低減装置の同定システムの他の実施例を示したブロック図である。

【図 3】従来の車室内騒音の低減装置の構成例を示したブロック図である。

【図 4】初期同定モードにおいてスピーカ-マイク間の空間伝達特性を測定するための構成を示すブロック図である。

【図 5】通常同定モードにおいて車体の振動系を含めた車室内空間伝達系の伝達特性に対する逆伝達特性を測定するための構成を示すブロック図である。

【図 6】本発明及び従来例における車室内騒音の低減装置に用いられる適応フィルタの構成を示したブロック図である。

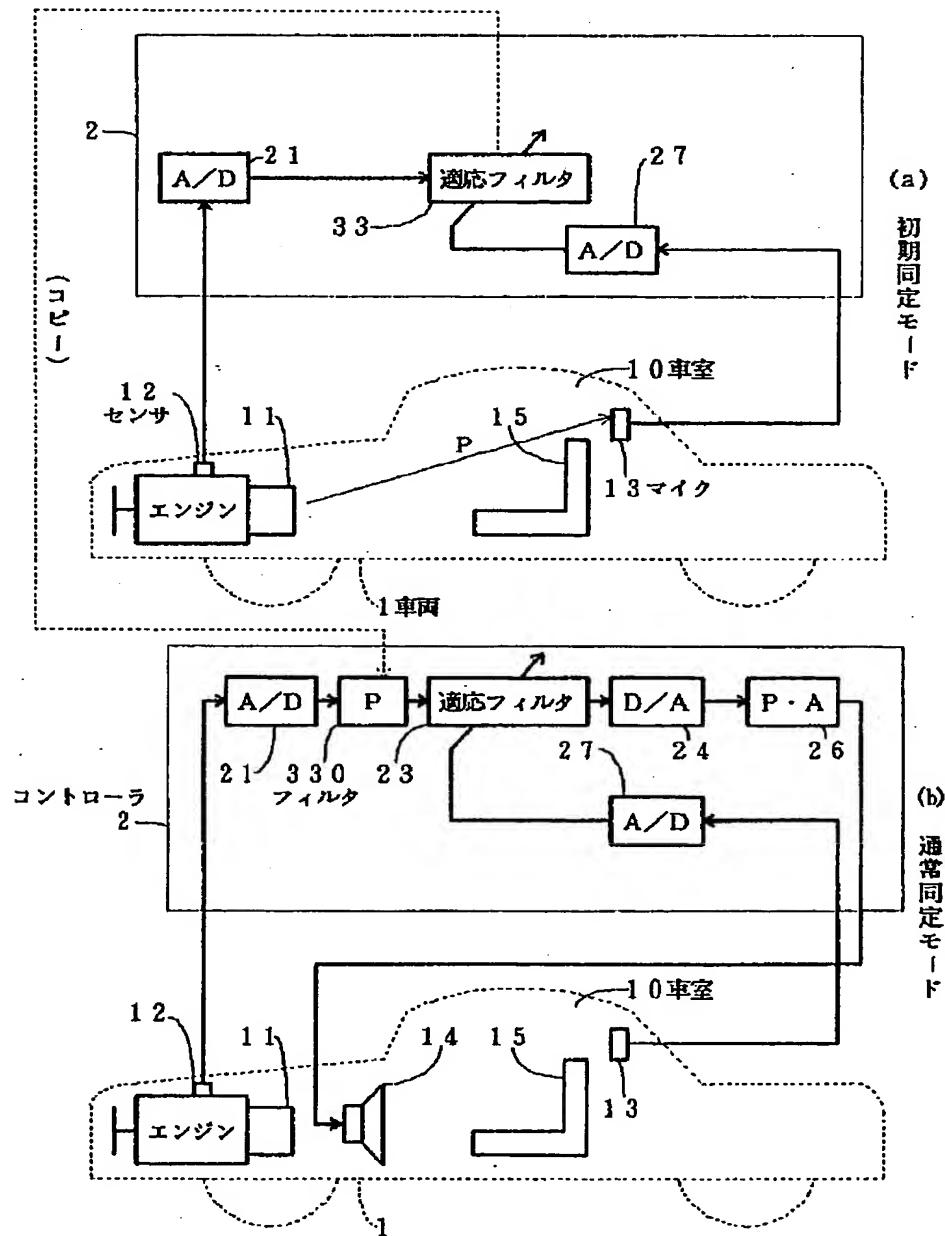
【図 7】初期同定によって得られたフィルタ係数を有するフィルタの構成を示したブロック図である。

【図 8】車両におけるパワープラント部分を説明するための図である。

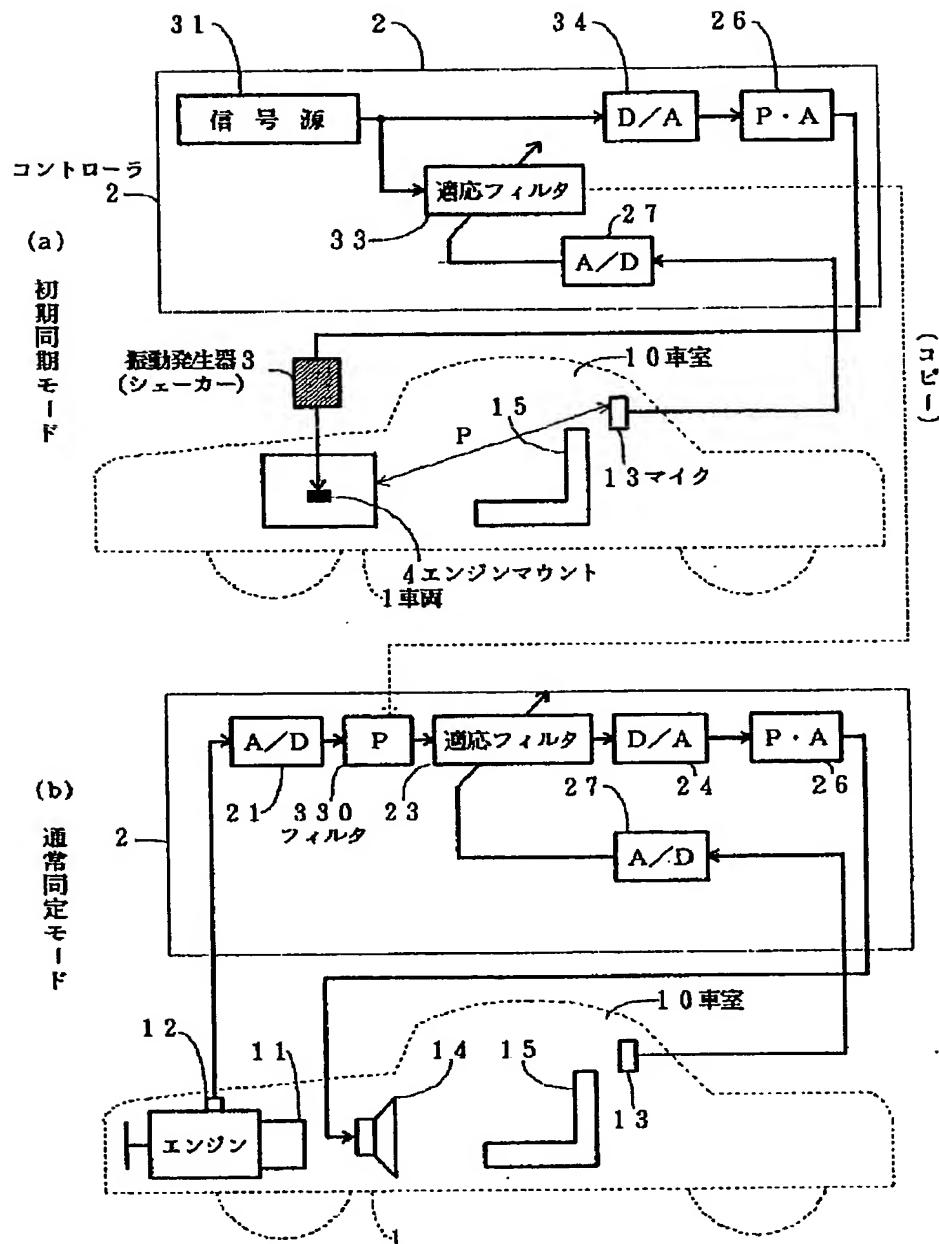
### 【符号の説明】

- |                           |                      |
|---------------------------|----------------------|
| 1 車両                      | 13 マイク               |
| 2 コントローラ                  | 14 スピーカ              |
| 3 振動発生器                   | 31 信号源               |
| 4 エンジンマウント                | 23, 33 適応フィルタ        |
| 10 車室                     | 330 フィルタ             |
| 11 エンジン                   | P パワープラント伝達特性        |
| 12 エンジン振動センサ (エンジン回転数センサ) | 図中、同一符号は同一又は相当部分を示す。 |

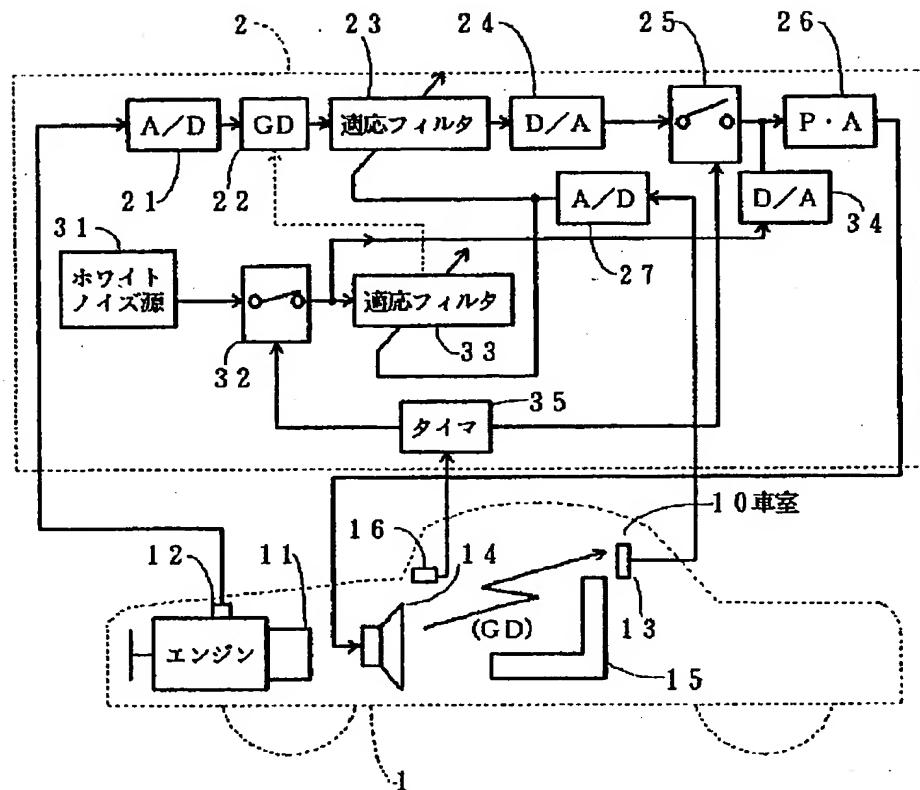
【図 1】



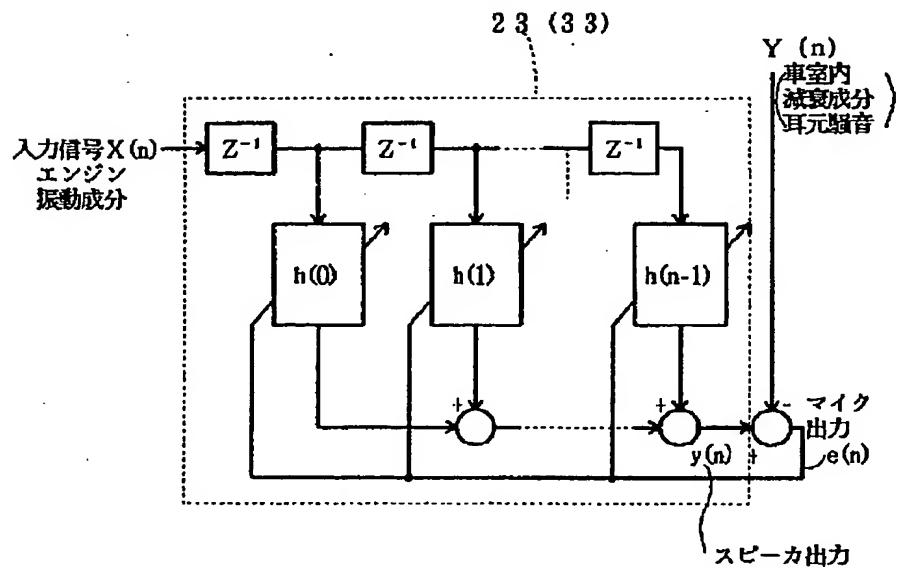
【図2】



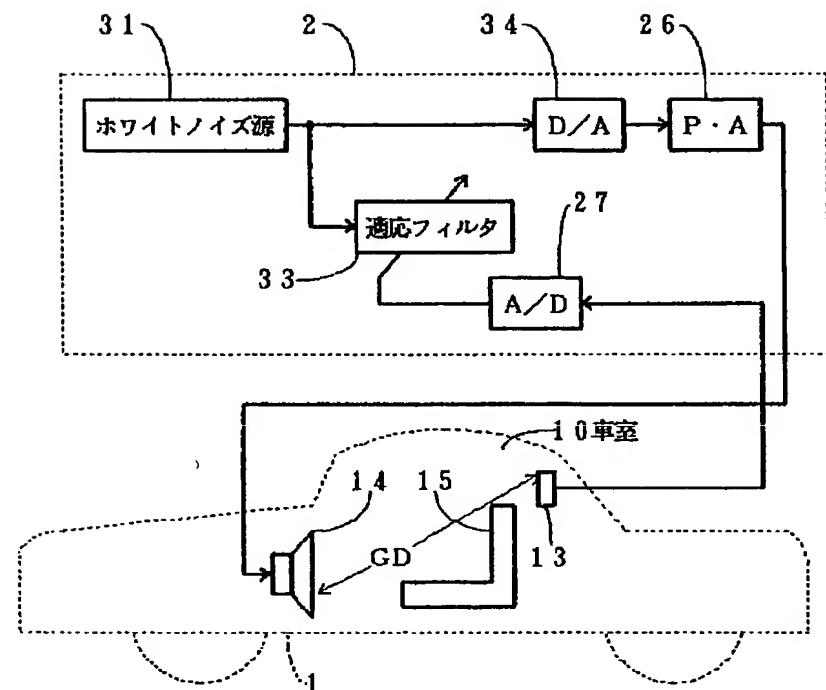
【図3】



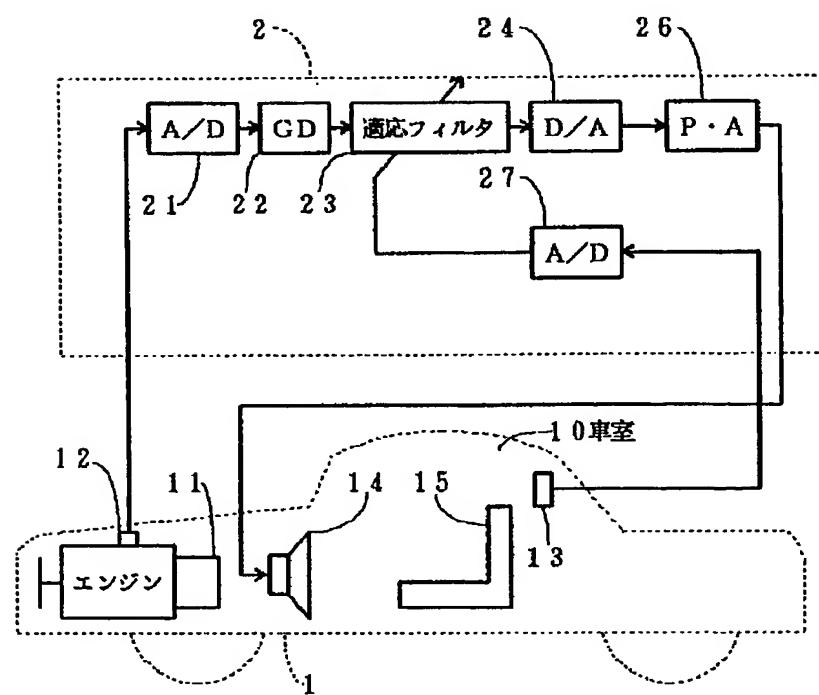
【図6】



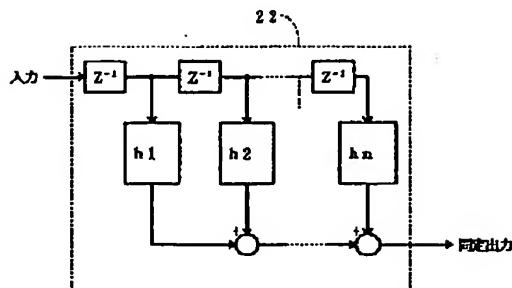
【図4】



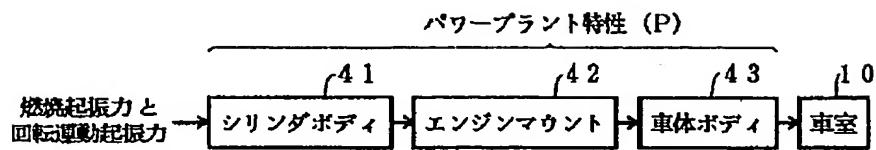
【図5】



【図 7】



【図 8】



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**